NOTE SUR LA PRESENCE DE *SARDINA PILCHARDUS* (Walb.) AU SENEGAL : ETUDE DE LA BIOMETRIE ET INTERPRETATION (1)

par

Pierre FREON et Bernard STEQUERT (2)

Résumé. – Ces deux dernières années, des spécimens de *Sardina pichardus* (Walb.) ont été capturés au Sénégal dans des eaux chaudes, ce qui, pour cette espèce, correspond à une zone et à des températures tout à fait inhabituelles. Si l'on se réfère aux trois critères de détermination des sous-espèces ou des races géographiques généralement admis, il résulte de ce travail que les sardines prises à Dakar diffèrent totalement de celles décrites ailleurs : leur indice céphalique est très élevé (24,5 à 28,3 %) ainsi que le nombre de leurs branchiospines (59 à 90) alors que leur moyenne vertébrale est basse (50,45). De plus, ces jeunes poissons présentent un facteur de condition très élevé et des gonades très développées. Une tentative d'interprétation de tous ces résultats a été effectuée.

Abstract. – During the two last years, specimens of *Sardina pilchardus* have been caught in warm waters of Senegal which is very unusual for this species. Referring to the three criterions of determination for sub-species generally used, it has been found that pilchards caught near Dakar are quite different from those described elsewhere : the cephalic index is very high (24,5 to 28,3 %) as well as the number of gill rakers (59 to 90) ; on the contrary, the mean number of vertebrae is low (50,45). Furthermore, these young fish show a high condition factor and fully developed gonads. Tentative explanations of these facts are presented.

INTRODUCTION

La limite sud de la zone habituelle de pêche de *Sardina pilchardus* en Afrique de l'Ouest était approximativement de 26° nord. Durant ces dernières années, il semble que son aire de répartition se soit étendue vers le sud.

---

(1) Cette publication correspond à la communication n° 94 effectuée par les mêmes auteurs lors du Symposium sur le courant des Canaries (Upwelling et Ressources Vivantes, Las Palmas, Gran Canaria Espagne, avril 1978), sous le titre : «Note sur la présence de *Sardina pilchardus* (Walb.) au Sénégal». Le contenu en a été légèrement modifié.

(2) Océanographes biologistes de l'O.R.S.T.O.M. - C.R.O.D.T. - BP. 2241 Dakar, Sénégal.

Cybium 3e série, 1979 (6) : 65 – 90

D'après les renseignements obtenus auprès des patrons des thoniers canneurs (Marec, comm. pers.), il semble qu'à Dakar, les rares prises de jeunes sardines aient toujours été réalisées en saison froide dans des eaux dont les températures sont proches du *preferendum* thermique de cette espèce (16 à 19° C) le long des côtes nord-africaines. Par contre en 1976, de jeunes *Sardina pilchardus* ont été capturées en pleine saison chaude dans des eaux de 25 à 28° C par les sennes de plage dans la baie de Gorée (14°43'N).

En juin et août 1954, la présence de jeunes sardines dans les mêmes lieux et dans des conditions similaires de température avait déjà été signalée (Moal, 1957). Compte tenu de l'importance du phénomène et vu le faible échantillonnage qu'a pu réaliser cet auteur (17 individus), nous avons jugé nécessaire de reprendre et d'approfondir cette étude.

MATERIEL ET METHODES

Des échantillons (11) d'inégale importance ont été récoltés au cours d'une année (juillet 1976 à juin 1977) soit un total de 162 individus. Pour faciliter notre étude statistique, un regroupement tenant compte des saisons hydrologiques a été nécessaire (tableau 1 et fig. 1).

Toutes les longueurs : standard (LS), à la fourche (LF), totale (LT) et de la tête (t) ont été relevées sur des poissons frais à l'aide d'un pied à coulisse (précision du dixième de millimètre par défaut). Les méthodes de mesure utilisées sont celles préconisées par la F.A.O. (1957) ; nous en rappelons les points essentiels.

- La longueur totale a été mesurée du bout du museau à l'extrémité de la nageoire caudale, les deux lobes étant repliés en arrière dans l'axe du corps. La longueur de la tête a été prise de la pointe du museau au bord osseux postérieur de l'opercule.
- Lors de la détermination du nombre de vertèbres, l'urostyle a été assimilé à une vertèbre.
- Seules les branchiospines de la partie inférieure du 1er arc branchial gauche (cératobranchial et hypobranchial) ont été comptées
- Toutes les pesées ont été réalisées sur des individus frais, au gramme près par défaut (au centigramme près pour les gonades).

La détermination des stades sexuels a été faite à partir de l'échelle de maturité de Fontana (1969).

Dans tous les calculs des paramètres biométriques, les valeurs individuelles ont été employées sans regroupement (moyennes et régressions). La régression linéaire a toujours été la seule utilisée. Par contre, dans les figures, par souci de clarté, nous avons préféré représenter le point moyen d'une classe de taille de 0,5 cm, celui-ci étant symbolisé différemment selon que l'effectif est supérieur ou inférieur à 4 individus.

GROUPE ET SAISON	N^{0} Ech.	Effectif	Date	Température (en ^{o}C)	Salinité (en o/oo)
A Saison chaude 1976	1 2 3 4 5 6	3 10 15 3 1 1	17.07.76 24.07.76 12.08.76 18.08.76 10.09.76 23.10.76	$26^{o}9$ $26^{o}6$ $28^{o}2$ $27^{o}7$ $28^{o}3$ $25^{o}1$	35,60 35,50 35,52 35,35 35,33 35,13
B Milieu et fin de saison froide 1977	7 8	53 53	19.03.77 9.05.77	$18^{o}0$* $16^{o}3$	35,69 35,56
C Début de saison chaude 1977	9 10 11	13 8 2	15.05.77 31.05.77 2.06.77	$17^{o}4$ $19^{o}2$ $19^{o}5$	35,70 35,62 35,61

* Température anormalement élevée (de 2° C supérieure à la moyenne des 8 dernières années).

TABLEAU 1. – Conditions hydro-climatiques lors des captures.

	N	Longueur Standard (LS)		Indice céphalique (lcpl)		Nombre de branchiospines (NB)	
		$\overline{LS}$	σ	$\overline{lcpl}$	σ	$\overline{NB}$	σ
50 VERTEBRES	68	14,00	3,33	26,39	0,88	75,12	6,79
51 VERTEBRES	79	13,87	3,39	26,29	0,90	74,77	8,10
50 + 51 VERTEBRES	147	13,93	3,35	26,34	0,89	74,93	7,50
DIFFERENCE 95 %		NON t = 0,23		NON t = 0,69		NON t = 0,29	

TABLEAU 2. – Comparaison des individus à 50 et 51 vertèbres pour :
– les longueurs standard moyennes (LS cm),
– les indices céphaliques moyens (lcpl),
– le nombre moyen de branchiospines (NB).

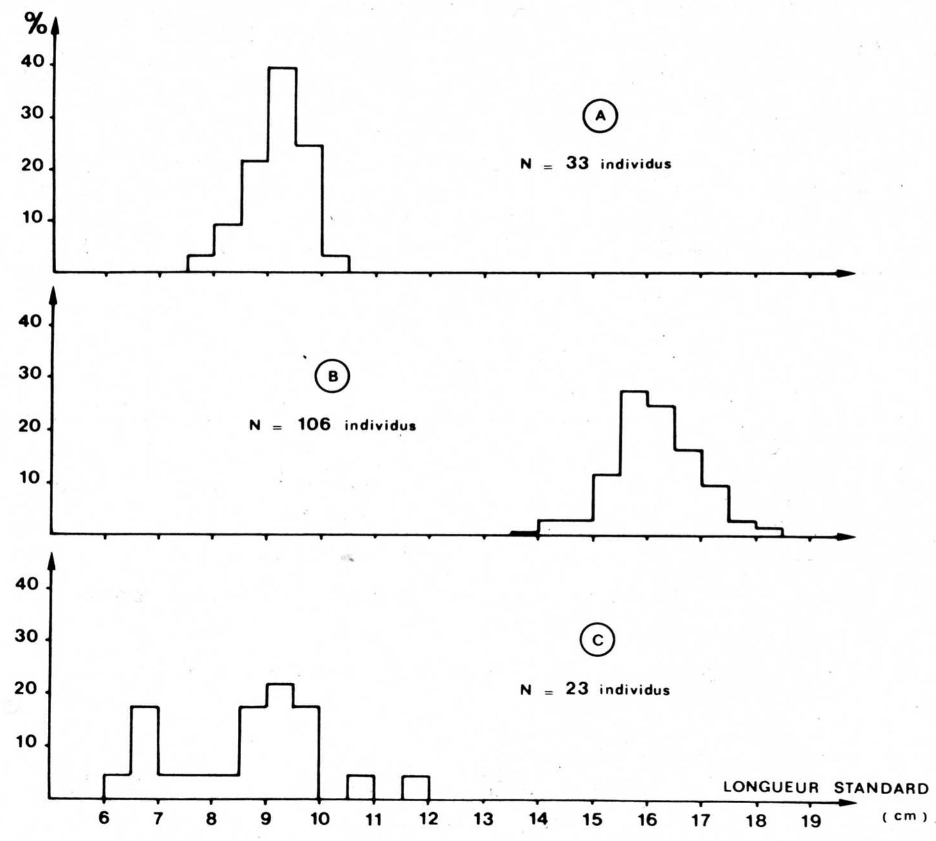


Fig. 1. – Histogramme de fréquence des longueurs standard (LS) des groupes d'échantillons A, B et C :
A : saison chaude 1976,
B : milieu et fin de saison froide 1977,
C : début de saison chaude 1977.

PRESENTATION DES RESULTATS ET ANALYSE GENERALE

Afin de pouvoir comparer nos résultats à ceux des différents travaux effectués sur cette espèce dans d'autres zones, les indices biométriques les plus utilisés (indice céphalique, nombre de branchiospines et nombre de vertèbres) ont été déterminés. Quelques observations biologiques ont aussi été analysées succinctement.

INDICE CEPHALIQUE, lcpl (tableau 3).

Il est égal à : $\frac{t}{LS}$ x 100. Les valeurs individuelles obtenues pour l'ensemble des échantillons sont élevées ; la moyenne est 26,40 ± 1,81 (intervalle au seuil de 95 %).

Cet indice diminue lorsque la taille (LS) augmente (fig. 2). La régression de lcpl selon LS a été calculée pour 162 individus. Ces calculs sont résumés ci-dessous :

N	r	a	b	S_a
162	0,81**	0,22**	29,39	0,013

(1)

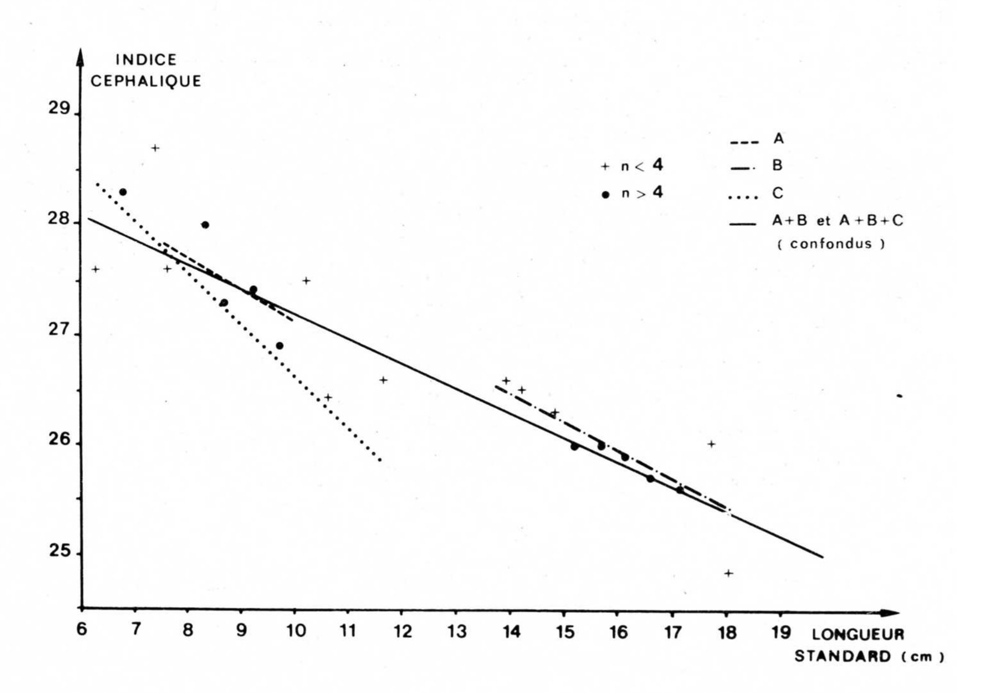


Fig. 2. – Variation de l'indice céphalique en fonction de la longueur standard pour les différents groupes d'échantillons.

---

(1) Dans tous les tableaux : N = effectif, r = coefficient de corrélation, a = pente ou coefficient de régression, S_a = erreur standard sur a, b = ordonnée à l'origine ; un astérisque indique les valeurs significatives au seuil de 95 % et deux astérisques au seuil de 99 %.

Groupe	Echan-tillon	DATE	Effectif	LONGUEUR STANDARD (LS cm)			INDICE CEPHALIQUE (lcpl)			NOMBRE DE BRAN-CHIOSPINES (NB)			MOYENNE VERTEBRALE (MV)		
				bornes	$\overline{LS}$	σ	bornes	lcpl	σ	bornes	$\overline{NB}$	σ	bornes	$\overline{MV}$	σ
A	1	17.07.76	3	8,7- 9,5	9,11	0,42	27,02-27,18	27,12	0,09	66-70	68,33	2,08	50-51	50,67	0,58
A	2	24.07.76	10	8,0- 9,9	9,00	0,63	26,90-28,80	27,78	0,68	65-70	69,30	3,20	50-51[1]	50-57[1]	0,53[1]
A	3	13.08.76	15	8,4-10,0	9,22	0,43	26,10-28,10	27,26	0,50	61-76	70,00	3,89	49-51[1]	50-25[1]	0'62[1]
A	4	18.08.76	3	7,5- 9,6	8,72	1,08	27,06-27,55	27,35	0,26	66-78	71,00	6,24	47-51	49,33	2,08
A	5	10.09.76	1	9,9	9,90	–	26,80	26,80	–	70	70,00	–	–	–	–
A	6	23.10.76	1	10,2	10,20	–	27,45	27,45	–	68	68,00	–	49	49,00	–
B	7	19.03.77	53	13,9-16,9	15,65	0,67	24,14-27,43	25,92	0,63	68-88	76,98	3,99	49-51	50,42	0,53
B	8	9.05.77	53	15,0-18,1	16,45	0,71	23,82-27,52	25,85	0,55	69-89	80,74	4,53	49,51	50,55	0,57
C	9	15.05.77	13	8,3- 9,6	9,08	0,42	25,63-27,84	26,89	0,54	58-69	61,77	2,83	49-51	50,69	0,63
C	10	31.05.77	8	6,3- 9,0	7,18	0,86	27,62-28,65	28,19	0,36	52-68	61,50	4,63	49-51	50,25	0,71
C	11	2.06.77	2	10,6-11,6	11,10	0,71	26,04-26,55	26,30	0,36	63-70	66,50	4,95	50-51	50,50	0,71
A		Saison chaude 1976	33	7,5-10,2	9,15	0,60	26,10-28,80	27,40	0,57	61-78	69,67	3,57	47-51	50,23[2]	0,91
B		Milieu et fin de saison froide 1977	106	13,9-18,1	16,05	0,79	24,14-27,52	25,88	0,59	68-89	78,86	4,65	49-51	50,48	0,56
C		Début de saison chaude 1977	23	6,3-18,1	8,60	1,34	25,63-28,65	27,29	0,83	52-70	62,09	3,78	49-51	50,52	0,67
TOTAL GENERAL			162	6,3-18,1	13,60	3,49	24,14-28,80	26,40	0,95	52-89	74,61	7,61	47-51[1]	50,45	0,65

1 – 3 individus non pris en compte (données non disponibles)
2 – Calcul sur 26 individus seulement (données non disponibles)

TABLEAU 3. – Etude biométrique générale des échantillons prélevés.

NOMBRE DE BRANCHIOSPINES, NB (tableau 3).

Les valeurs obtenues sont élevées, la moyenne est 74,61 ± 14,46. Ceci laisse supposer, comme l'a montré Andreu (1969) un régime phytoplanctonophage.

La figure 3 montre que le nombre de branchiospines augmente avec la taille (LS). Les résultats sont les suivants :

N	r	a	b	S_a
162	0,822**	1,79**	50,22	0,098

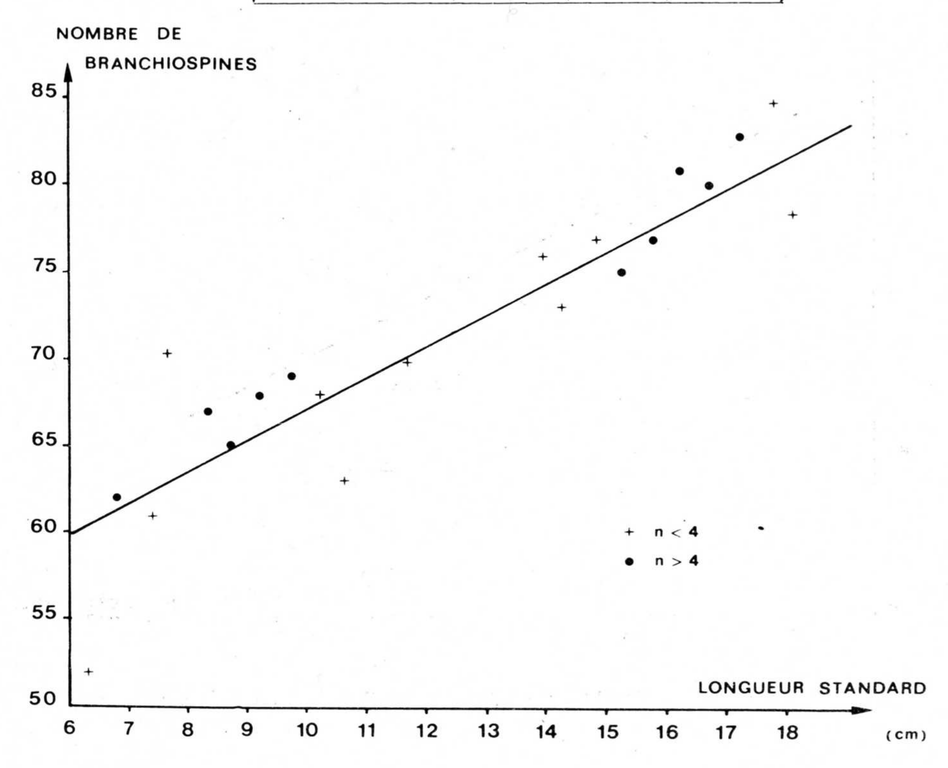


Fig. 3. – Variation du nombre de branchiospines en fonction de la longueur standard.

L'existence des deux corrélations précédentes (LS/lcpl et LS/NB) laisse supposer une relation entre le nombre de branchiospines et l'indice céphalique ; aussi avons-nous calculé les paramètres de la régression de NB selon lcpl.

N	r	a	b	S_a
162	–0,62**	–5,01**	206,91	0,504

Le tableau ci-dessus confirme l'existence de cette relation (fig. 4) déjà décrite par Andreu (1953).

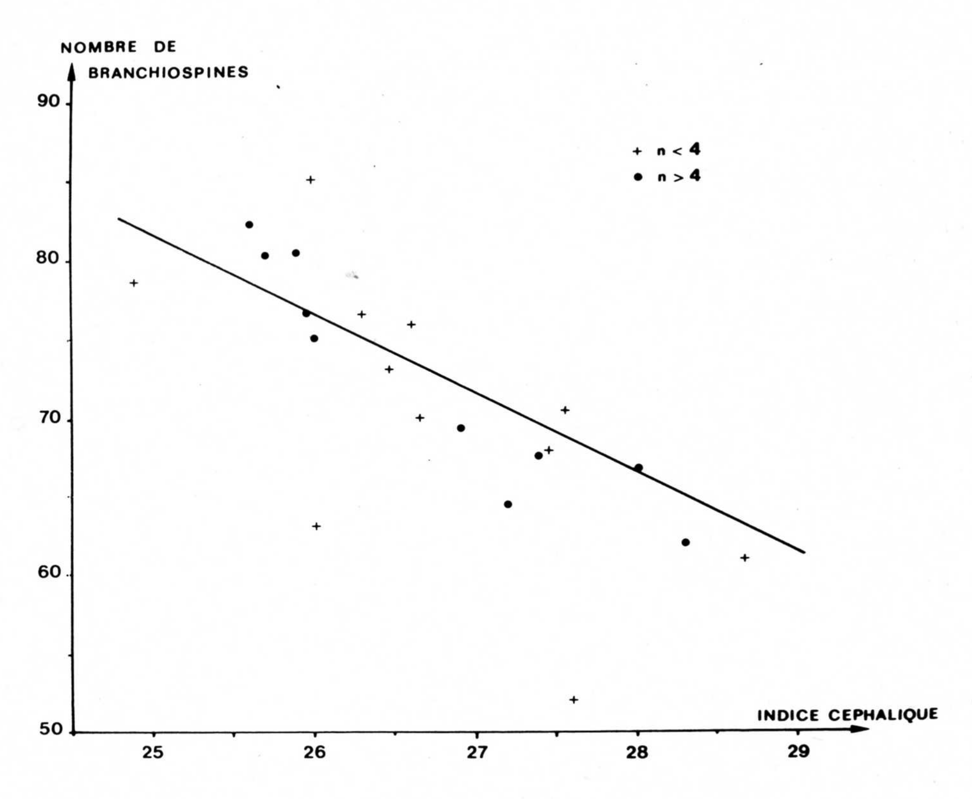


Fig. 4. – Variation du nombre de branchiospines en fonction de l'indice céphalique.

MOYENNE VERTEBRALE, MV (tableau 3).

La répartition des individus en fonction du nombre de vertèbres est présentée dans le tableau suivant :

Nombre de vertèbres	47	48	49	50	51	TOTAL
Nombre d'individus	1	0	7	68	79	155
%	0,6	0	4,5	43,9	51,0	100,0

Le nombre de vertèbres est peu élevé, la moyenne générale est 50,45 ± 1,23. Du fait que 95 % des individus possèdent 50 ou 51 vertèbres, nous avons comparé les divers paramètres des individus de ces deux classes vertébrales seulement. Rappelons que Creac'h (1951) avait mis en évidence des différences d'indices céphaliques et de distances pré-anales entre les individus possédant 51, 52 et 53 vertèbres. Au contraire, pour les spécimens capturés à Dakar, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence en ce qui concerne :

- les longueurs standard moyennes,
- les indices céphaliques moyens,
- les nombres moyens de branchiospines,
- les régressions de l'indice céphalique selon la longueur standard,
- les régressions du nombre de branchiospines selon la longueur standard.

Tous ces résultats sont présentés dans les tableaux 2 et 4.

RELATIONS TAILLES-POIDS.

Trois relations ont été établies entre le poids du corps (P) et :

- la longueur fourche (fig. 5),
- la longueur standard,
- la longueur totale.

Elles sont toutes de la forme Ln P = a Ln L + Ln b.

	N	taille moyenne (cm)	écart-type de la taille	r	a	log b	S_a
Régression de log P selon log LF	176	14,10	3,77	0,997**	3,24**	−4,89	0,017
Régression de log P selon log LS	129	14,72	3,01	0,998**	3,18**	−4,52	0,017
Régression de log P selon log LT	121	17,64	3,45	0,998**	3,21**	−5,18	0,020

d'où : $P = 7{,}5 . 10^{-3} . LF^{3,24}$; $P = 1.1 . 10^{-2} . LS^{3,18}$; $P = 5{,}6 . 10^{-3} . LT^{3,21}$.

Si l'on compare ces relations aux valeurs obtenues par différents auteurs dans d'autres régions (Lozano, 1948 ; Massuti et Olivier, 1948 ; Bravo De Laguna *et al.*, 1976), on constate que, si les coefficients de régression sont voisins, les ordonnées à l'origine et de ce fait les facteurs nets de condition moyenne (Fréon, 1978) sont beaucoup plus élevés pour nos individus. A taille égale, à partir de 12 cm (LF), les sardines du Sénégal sont de 15 à 30 % plus lourdes que les autres.

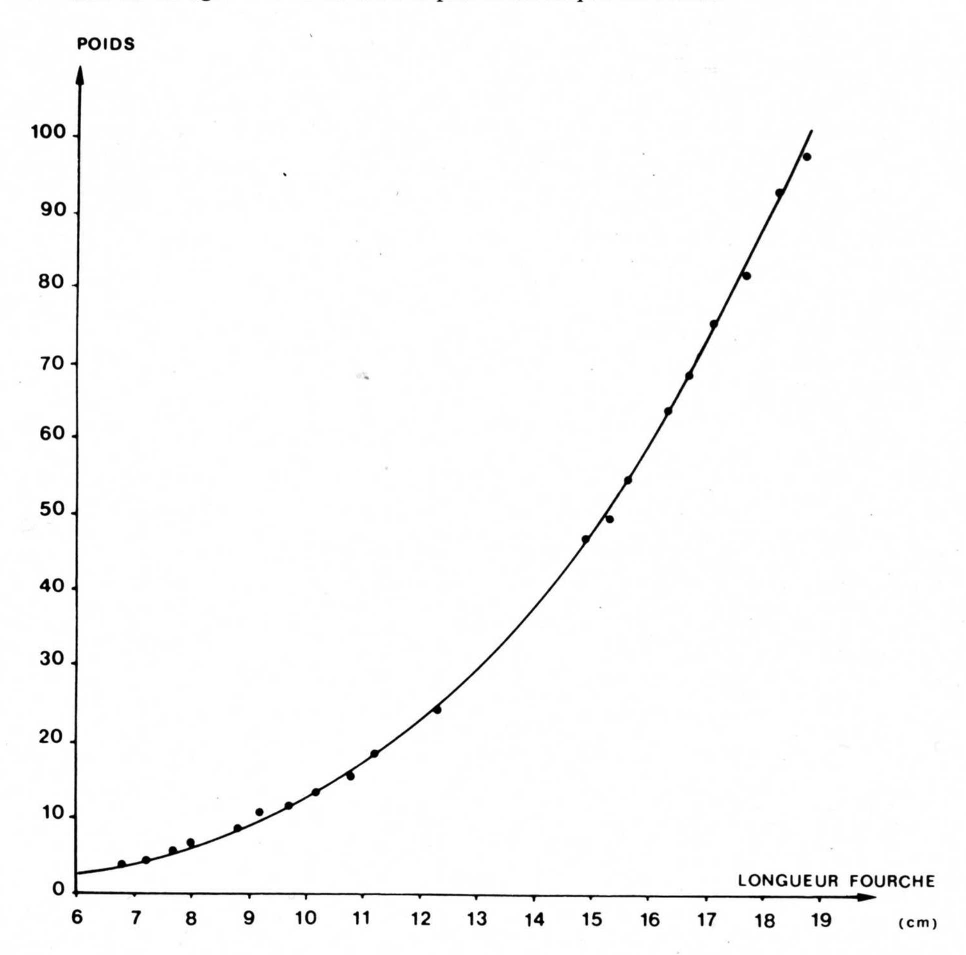


Fig. 5. – Relation entre la longueur fourche (LF) et le poids du corps (P).

RELATIONS ENTRE LES DIVERSES LONGUEURS (LS, LF et LT).

Les calculs précédents permettent d'établir les relations suivantes :

$$LT = 1{,}106\ LS + 0{,}133 \quad \text{et} \quad LF = 1{,}047\ LS + 0{,}257.$$

	N	r	a	b	S_a
Régression de LT selon LS	121	0,998**	1,106**	0,133	0,045
Régression de LS selon LT		0,998**	0,840**	−0,062	0,004
Régression de LF selon LS	129	0,999**	1,047**	0,257	0,089
Régression de LS selon LF		0,999**	0,952**	−0,203	0,005
Régression de LF selon LT	121	0,999**	0,883**	0,145	0,030
Régression de LT selon LF		0,999**	1,131**	−0,131	0,005

Si les valeurs de nos paramètres ne peuvent être comparées à celles obtenues par Bravo De Laguna *et al.* (1976) du fait que les calculs n'ont pas été effectués dans le même intervalle de taille, il n'en demeure pas moins vrai que les deux formules donnent des résultats identiques à 2 % près pour les classes de taille où les deux observations se recoupent (LT de 18 à 21 cm).

MATURITE SEXUELLE

Seuls les individus du groupe B (échantillons 7 et 8) présentaient des gonades en cours de maturation, c'est-à-dire aux stades III et IV. La répartition des femelles en fonction de leur stade est présentée ci-dessous :

	Echantillon 7 (Mars 1977)		Echantillon 8 (Mai 1977)	
	N	%	N	%
FEMELLES STADE III	5	28	18	60
FEMELLES STADE IV	13	72	12	40
TOTAL	18	100	30	100

Les rapports gonado-somatiques ($RGS = \frac{\text{Poids gonades}}{\text{Poids corps}} \times 100$) sont récapitulés dans le tableau suivant :

	MALES			FEMELLES		
	N	RGS	σ	N	RGS	σ
Echantillon 7 (mars 1977)	23	5,28	1,44	30	3,63	0,94
Echantillon 8 (mai 1977)	35	2,67	1,35	18	3,88	1,50

	N	REGRESSION DE lcpl SELON LS				REGRESSION DE NB SELON LS			
		r	a	b	S_a	r	a	b	S_a
50 VERTEBRES	68	0,83**	0,220**	29,46	0,018	0,83**	1,696**	51,36	0,138
51 VERTEBRES	79	0,77**	0,205**	29,14	0,022	0,86**	2,047**	46,39	0,141
50 + 51 VERTEBRES	147	0,80**	0,211**	29,28	0,013	0,84**	1,888**	48,63	0,101
DIFFERENCE 95 %		NON				NON			

TABLEAU 4. – Comparaison des individus à 50 et 51 vertèbres pour :
– la régression du nombre des branchiospines (NB) selon la longueur standard (LS),
– la régression de l'indice céphalique (lcpl) selon la longueur standard (LS).

	N	TAILLES				POIDS		REGRESSION DE log P SELON log LT			
		$\overline{LS}$	σ	$\overline{LT}$	σ	$\overline{P}$	σ	r	a	b	S_a
MALES	55	15,86	0,69	18,92	0,96	71,50	10,89	0,939**	3,181**	– 5,09	0,157
FEMELLES	45	16,21	0,75	19,42	0,84	78,02	10,65	0,947**	2,938**	–4,36	0,359
MALES + FEMELLES	100	16,03	0,74	19,15	0,88	74,44	11,21	0,946**	3,109**	–4,88	0,255
DIFFERENCE 95 %		OUI t = 2,43		OUI t = 2,94		OUI t = 3,01		NON			

TABLEAU 5. – Comparaison des individus mâles et femelles du groupe B pour : – les longueurs standard moyennes ($\overline{LS}$), – les longueurs totales moyennes ($\overline{LT}$), – les poids moyens ($\overline{P}$), – les régressions log du poids selon log de la longueur totale.

Compte tenu de la petite taille de nos individus, on peut penser qu'ils abordent leur première maturation sexuelle (Furnestin, 1944 et Creac'h, 1951). Toutefois les RGS moyens atteignent des valeurs très élevées pour les individus de cette espèce (5,28) tout particulièrement si l'on considère leur taille. De plus, on remarque que si le RGS des femelles ne varie pas, celui des mâles diminue de façon notable en 2 mois sans qu'une explication évidente puisse être avancée (même cohorte ayant émis des produits sexuels ? Régression des testicules ? Présence de deux cohortes différentes ?).

ETUDE COMPAREE DES MALES ET DES FEMELLES.

Le sex-ratio, calculé sur les 126 individus dont le sexe était identifiable, est 1,14, ce qui est une valeur normale pour cette espèce. Toutefois, la proportion entre les mâles (53,2 %) et les femelles (48,8 %) n'est pas significativement différente (erreur sur la proportion égale à 4,4 en raison du faible effectif).

Les études comparatives de tailles et de poids ont été effectuées uniquement sur le groupe B du fait de son homogénéité (études complètes et distribution gaussienne). L'analyse des données montre que les femelles sont significativement plus grandes et plus lourdes que les mâles. La relation taille-poids étant la même quel que soit le sexe, on comprendra que l'écart enregistré pour les poids moyens n'est dû qu'à la différence de taille (tableau 5). Celle-ci a déjà été remarquée par d'autres auteurs; par contre, ordinairement, les relations taille-poids des deux sexes ne sont pas identiques (mâles plus lourds).

Les autres paramètres (indice céphalique, branchiospines, vertèbres) et régressions (LS/lcpl et LS/NB) calculés sur 126 individus ne diffèrent pas de façon significative d'un sexe à l'autre (tableaux 6 et 7). Rappelons que, selon Fage (1920), les sardines mâles auraient tendance, pour une même taille, à avoir une tête plus longue que les femelles. Belloc et Desbrosses (1930) n'ont confirmé que partielle-

	N	Indice céphalique (lcpl)		Nombre de branchiospines (NB)		Moyenne Vertébrale (MV)	
		$\overline{lcpl}$	σ	$\overline{NB}$	σ	$\overline{MV}$	σ
MALES	67	26,13	0,74	77,27	5,37	50,43	0,58
FEMELLES	59	26,12	0,87	77,53	5,76	50,49	0,54
MALES + FEMELLES	126	26,13	0,80	77,39	5,56	50,46	0,56
DIFFERENCE 95 %		NON t = 0,66		NON t = 0,26		NON t = 0,60	

TABLEAU 6. – Comparaison des individus mâles et femelles (tous échantillons réunis) pour :
– l'indice céphalique moyen (lcpl),
– le nombre moyen de branchiospines (NB),
– la moyenne vertébrale (MV).

	N	REGRESSION DE lcpl SELON LS				REGRESSION DE NB SELON LS			
		r	a	b	S_a	r	a	b	S_a
MALES	67	– 0,70**	–0,215**	29,34	0,026	0,67**	1,478**	55,22	0,203
FEMELLES	69	– 0,79**	–0,236**	29,66	0,028	0,74**	1,476**	55,40	0,177
MALES + FEMELLES	126	– 0,75**	–0,227**	29,52	0,017	0,71**	1,486**	55,25	0,133
DIFFERENCE 95 %		NON				NON			

TABLEAU 7. – Comparaison des individus mâles et femelles pour :
– la régression de l'indice céphalique (lcpl) selon la longueur standard (LS),
– la régression du nombre de branchiospines (NB) selon la longueur standard (LS).

	N	r	a	b	S_a
GROUPE A	33	0,29	0,28	29,923	0,164
GROUPE B	106	0,36**	0,27**	30,204	0,071
GROUPE C	23	0,78**	0,48**	31,394	0,084
GROUPE A + B + C	162	0,81**	0,22**	29,388	0,013
GROUPE A + B	139	0,78**	0,22**	29,468	0,016

TABLEAU 8. – Etude de la régression de l'indice céphalique selon la longueur standard pour les différents groupes.

ment ce caractère, tandis que Creac'h (1951), tout comme nous, ne trouvait aucune différence mathématique entre les deux sexes pour l'indice céphalique.

TAILLE DES INDIVIDUS CAPTURÉS.

Bien que les échantillons disponibles soient insuffisants pour entreprendre une étude démographique, il paraît raisonnable de supposer que les individus du groupe A et ceux du groupe B appartiennent à une même classe d'âge (fig. 1 et 6). Cette hypothèse est en accord avec les similitudes biométriques des deux groupes (fig. 2, tableaux 3 et 8). Elle permet de penser que la date de naissance de cette classe d'âge se situe approximativement en février-mars 1976 et que la croissance est rapide, les individus atteignant 14-15 cm en une année.

Le groupe C est sans aucun doute issu d'une autre reproduction.

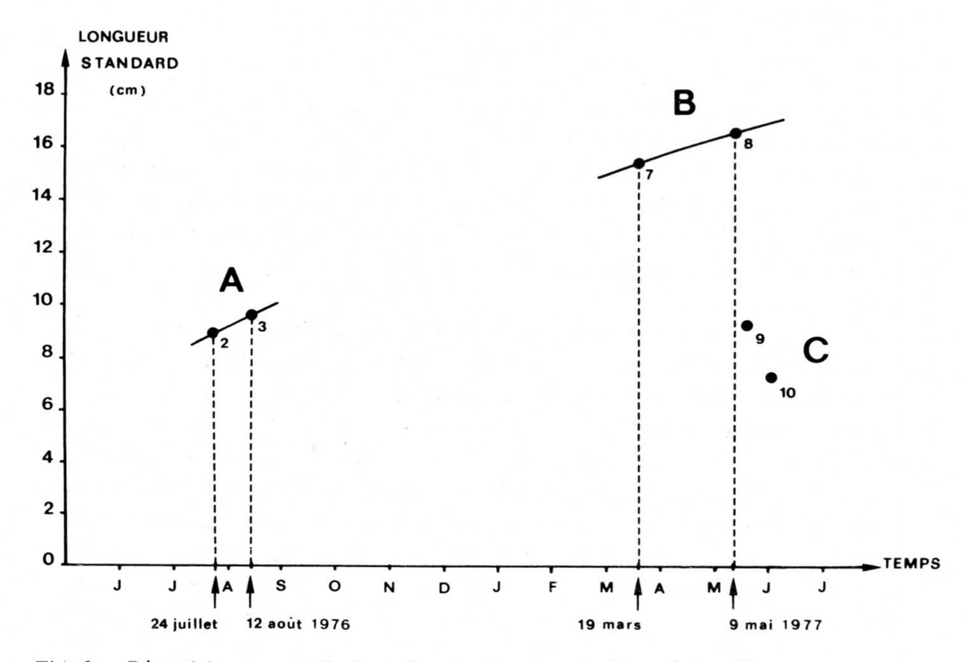


Fig. 6. – Répartition temporelle des tailles modales des principaux échantillons.

APPARTENANCE SPECIFIQUE ET RACIALE

Après de nombreuses controverses (Andreu, 1953), les études de divers auteurs, en particulier sur l'indice céphalique, le nombre de branchiospines et le nombre de vertèbres, avaient permis de différencier deux sous-espèces de sardines : *Sardina*

pilchardus pilchardus et *Sardina pilchardus sardina.* La première se rencontrerait sur les côtes atlantiques de l'Europe, tandis que la seconde se répartirait sur les côtes atlantiques de l'Afrique du Nord et en Méditerranée. Par la suite, différentes « races géographiques » ont été distinguées par Andreu (1969), Furnestin J. et Furnestin M.L. (1970). Ces deux derniers auteurs ont défini quatre races sur la côte atlantique : la race atlantique septentrionale (entre la mer du Nord et la côte cantabrique), la race ibérique ou atlantique méridionale (de la côte cantabrique au détroit de Gibraltar), la race marocaine (du cap Spartel au cap Juby) et la race saharienne (du cap Juby à la baie du Lévrier).

Afin de vérifier si nos individus pouvaient être rattachés plus particulièrement à une sous-espèce ou à une race géographique, nous avons comparé nos résultats avec ceux obtenus dans diverses régions.

COMPARAISON DES INDICES CÉPHALIQUES.

Il ressort de l'analyse des différents travaux antérieurs que l'indice céphalique de *S. pilchardus pilchardus* varie de 20 à 23 % alors que celui de *S. pilchardus sardina* oscille entre 18,5 et 21 %. Pour les individus capturés à Dakar, l'intervalle des observations est compris entre 24,1 et 28,8 %. Le calcul montre qu'à l'intérieur de notre échantillon, il existe une probabilité de 95 % pour que l'indice céphalique soit compris entre 24,5 et 28,3. L'intervalle de confiance pour la valeur moyenne de *la population théorique* correspondant à notre échantillon serait de 26,3 à 26,5 %.

Nos valeurs se situent donc toujours au-delà des limites généralement admises comme critères de différenciation des deux sous-espèces. La comparaison avec des résultats, présentés par Andreu (1969) et provenant de 15 régions différentes, permet de constater que nos individus ont une tête beaucoup plus développée que les sardines de toutes les autres régions (fig. 7). Moal (1957), bien qu'utilisant un indice céphalique calculé différemment sur des indices beaucoup plus petits, arrivait, aussi bien pour la Mauritanie que pour le Sénégal, aux mêmes conclusions. Toutefois, l'examen des résultats obtenus montre que seules les droites de régression correspondant à nos échantillons et à ceux du Maroc se situent nettement au-dessus des autres. Cette étude ne comporte pas de données sur la race saharienne, mais l'on sait qu'en moyenne l'indice céphalique de cette race est supérieur à 22 (Furnestin J. et Furnestin M.L., 1970), ce qui permet également un rapprochement avec nos observations.

COMPARAISON DES NOMBRES DE BRANCHIOSPINES.

Bien qu'il existe une grande variabilité de ce paramètre due à la taille, il était généralement admis que *S. pilchardus pilchardus* présentait des valeurs moyennes

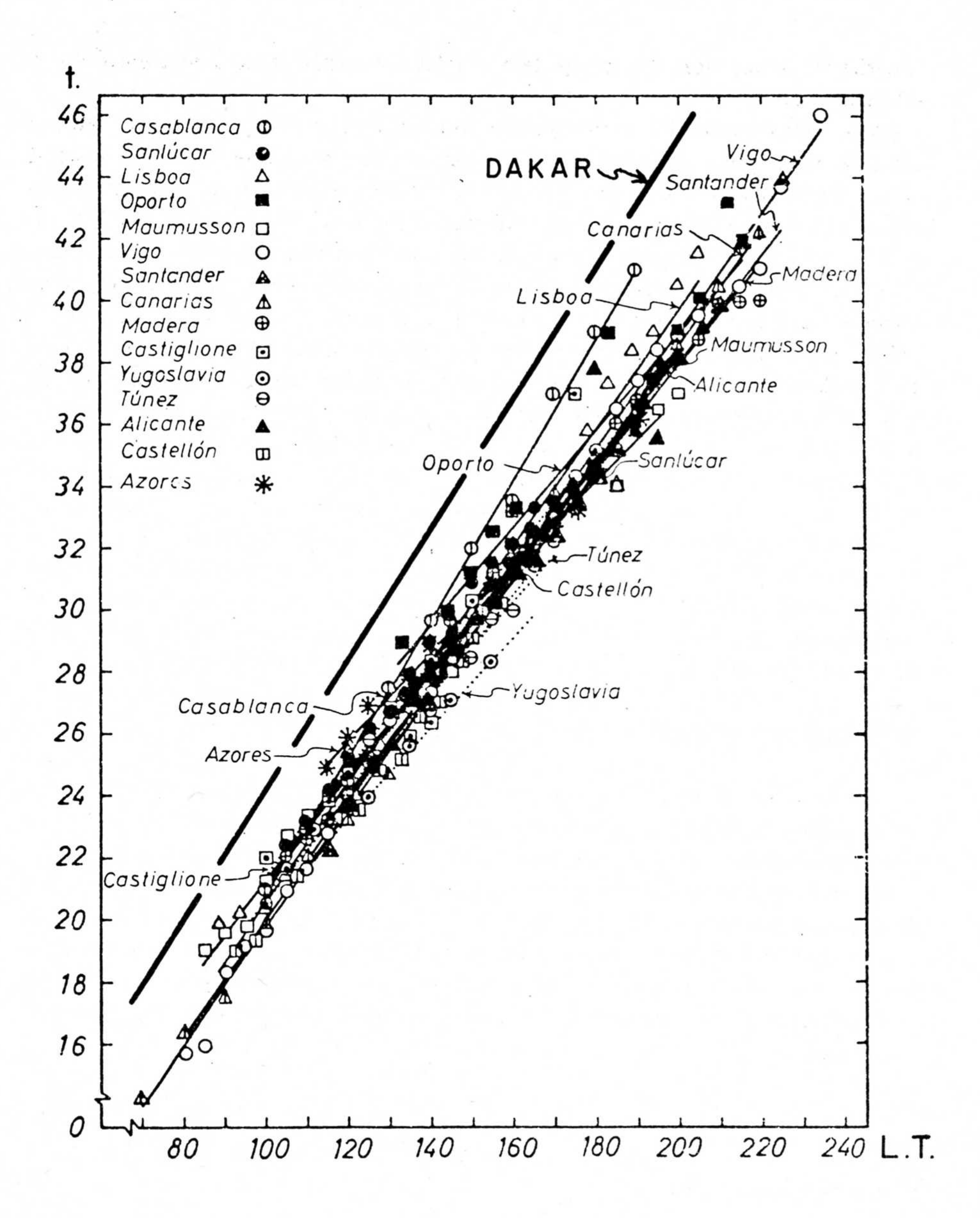


Fig. 7. – Droites de régression de la longueur latérale de la tête (t) selon la taille (LT) obtenues pour différentes régions. D'après Andreu (1969), figure complétée par les observations effectuées à Dakar.

supérieures à 60, alors que celles de *S. pilchardus sardina* se situaient entre 44 et 68 (Svetovidov, 1952).

Comme pour l'indice céphalique, le nombre de branchiospines de nos sardines est plus élevé que celui des deux sous-espèces et se rapprocherait plutôt de celui relevé sur les côtes atlantiques de l'Europe (95 % de nos valeurs sont comprises entre 59,4 et 89,8). Si l'on se réfère au travail plus récent de Andreu (1969), l'étude des droites de régression du nombre de branchiospines (NB) selon la longueur totale (LT) permet de séparer les sardines méditerranéennes et insulaires (Açores, Madère, Canaries) de celles de la plateforme continentale atlantique. Les premières présentent un taux d'accroissement lent du nombre de branchiospines en fonction de la taille, associé à une faible valeur du nombre moyen de ces branchiospines ($\overline{NB}$) dans les échantillons. Les secondes montrent au contraire une forte pente de la droite de régression de NB selon LT associée à des valeurs élevées de $\overline{NB}$ (fig. 8).

Nos individus ne peuvent être classés dans aucun de ces deux groupes puisqu'ils présentent un taux d'accroissement relativement faible de NB en fonction de LT alors que la moyenne $\overline{NB}$ est élevée. Toutefois ici, comme pour les indices céphaliques, nos valeurs ne sont pas très éloignées de celles observées au Maroc. Ceci est en concordance avec les travaux de Furnestin J. et Furnestin M.L. (1970) qui ont observé des individus de race marocaine ayant de 64 à 80 branchiospines (moyenne 70,9 pour 50 individus étudiés).

COMPARAISON DES MOYENNES VERTÉBRALES

Le nombre de vertèbres n'est pas constant à l'intérieur d'une même sous-espèce, montrant de grandes variations spatio-temporelles.

Il a été démontré chez les Clupéidés que ce paramètre était sous la dépendance de la température de l'eau de mer en surface pendant les quelques jours qui suivent l'éclosion (Ben Tuvia, 1964 ; Andreu, 1969). Ainsi, de hautes températures induiront un faible nombre de vertèbres et inversement. Malgré ces restrictions, Andreu (1969) a séparé d'après ce critère trois populations de sardine du nord au sud, puis Furnestin J. et Furnestin M.L. (1970) ont porté à quatre le nombre de races distinguées d'après leur moyenne vertébrale et leur indice céphalique.

RACES	MOYENNE VERTÉBRALE	INDICE CÉPHALIQUE MOYEN
atlantique septentrionale	> 52	20
ibérique (atlantique méridionale)	51,20	21
marocaine	50,50	21 - 22
saharienne	$< 50,30$	22
Individus capturés au Sénégal	50,45	26,4

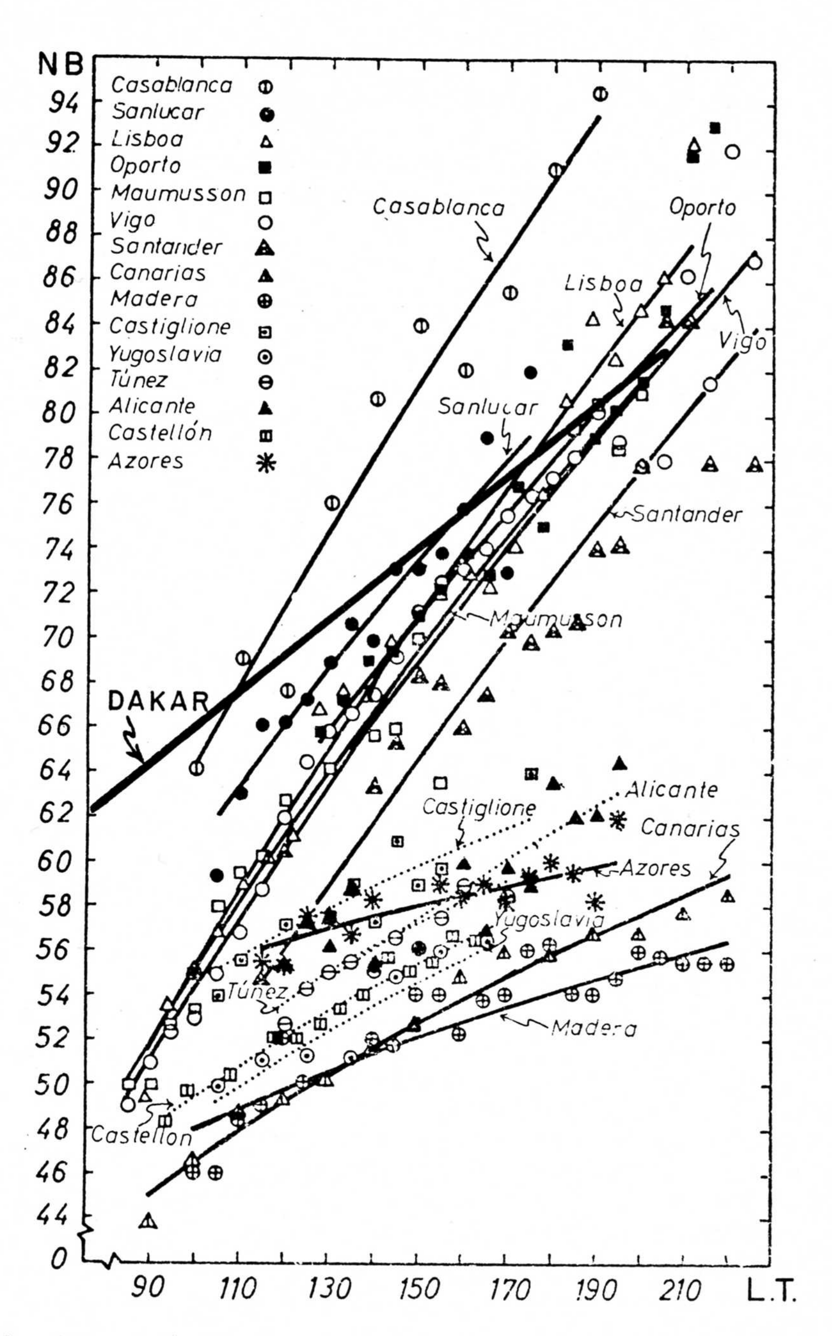


Fig. 8. – Droites de régression du nombre de branchiospines (NB) selon la taille (LT) obtenues pour différentes régions. D'après Andreu (1969), figure complétée par les observations effectuées à Dakar.

Les moyennes vertébrales de nos échantillons sont basses par rapport à celles des autres régions (fig. 9). La moyenne (50,45) de tous les individus capturés à Dakar se rapproche donc ici aussi des races marocaine et saharienne, ce qui n'est pas en contradiction avec les quelques observations faites à Dakar par Moal (1957).

TENTATIVE D'INTERPRÉTATION.

Les résultats de l'analyse des 3 principaux paramètres auparavant utilisés pour distinguer les 2 sous-espèces de sardine sont résumés dans le tableau ci-dessous.

SOUS-ESPECES ZONES	lcpl	NB	MV
Sardina pilchardus pilchardus Côtes atlantiques de l'Europe	20,0 à 23,0	> 60	51,2 à 52,4
Sardina pilchardus sardina Méditerranée et côtes atlantiques de l'Afrique du Nord	18,5 à 21,0	44 à 68	50,5 à 51,4
Sardina pilchardus du Sénégal	24,5 à 28,2	59 à 90	50,45 (bornes : 47 à 51)

Il montre clairement que l'on ne peut rattacher nos spécimens à aucune des deux sous-espèces anciennement définies; toutefois l'indice céphalique et le nombre moyen de branchiospines de nos échantillons les rapprochent de la population des côtes atlantiques de l'Europe.

Dans le cadre des relations généralement admises entre les différents paramètres biométriques, seul le nombre de branchiospines élevé ne répond pas au schéma habituel. En effet, il a été démontré que pour la plupart des Clupeidés (ou autres poissons) les valeurs des caractères méristiques décroissaient dans les eaux chaudes. Les températures relativement élevées dans notre région permettraient donc de s'attendre à un nombre moyen de branchiospines faible, contrairement à ce que nous avons observé. Leur taux d'accroissement en fonction de la taille peut être expliqué par la présence d'un upwelling périodique dans la région si l'on se réfère à la théorie de Andreu (1969) sur les variations de ce paramètre selon les régions.

Les basses moyennes vertébrales que nous avons relevées sont conformes au schéma général et, de plus, leur association à de hauts indices céphaliques est en concordance avec la règle de corrélation inverse existant entre ces deux valeurs (Creac'h, 1951 ; Furnestin J. et Furnestin M.L., 1970). Ces deux derniers auteurs considèrent que cette association serait un bon critère de distinction des groupes raciaux.

Bien que les spécimens capturés à Dakar se rapprochent plus des races marocaines et sahariennes que des autres (fig. 7, 8 et 9), ne peut-on pas considérer qu'ils appartiennent à une nouvelle race géographique alors dénommée « race sénégalaise» ?

Cette race pourrait être individualisée par les six caractères suivants (par ordre d'importance décroissant) :

- indice céphalique très élevé,
- moyenne du nombre de branchiospines élevée,
- moyenne vertébrale basse,
- facteur net de condition moyenne élevé,
- développement des gonades important par rapport à la taille et maturation précoce,
- croissance rapide.

On remarquera que, pour tous ces caractères, il est difficile de distinguer la part qui revient au génotype de celle qui est simplement phénotypique et traduit l'influence des conditions de milieu (le terme de « race géographique » rend bien compte de cette dualité). A ce sujet, les travaux de Sedykh *et al.* (1978) ont montré l'influence de l'intensité de l'upwelling sur la taille à la première maturité sexuelle et sur la vitesse de croissance de *S. pilchardus* dans la région mauritanienne. En 1976, l'upwelling a été intense entraînant une croissance plus rapide et une reproduction plus précoce ; nos observations rendent compte du même phénomène.

Il est donc difficile d'être catégorique quant à l'appartenance raciale des spécimens étudiés malgré leurs particularités biométriques évidentes.

PROVENANCE DES INDIVIDUS CAPTURES ET SIGNIFICATION DE LEUR PRESENCE AU SENEGAL

Qu'il s'agisse d'une nouvelle race à part entière ou d'une race déjà décrite mais présentant des modifications de son phénotype, la provenance des individus capturés à Dakar et la signification de leur présence dans la région reste à élucider.

Par certains de leurs caractères biométriques, ces poissons se rapprochent des populations de sardine des côtes atlantiques de l'Europe ; il paraît cependant peu probable qu'ils proviennent de ces régions après avoir effectué une migration de grande amplitude jusqu'au Sénégal, ce qui serait un comportement inhabituel pour cette espèce.

Il est plus concevable de rattacher ces individus à la population de la race marocaine (ou saharienne) dont l'aire de répartition géographique s'étendrait maintenant jusqu'au Sénégal. Cette hypothèse est à rapprocher du « phénomène sardine » observé ces dernières années : les captures et les rendements de sardine au sud du cap Bojador ont considérablement augmenté depuis 1969 ; alors que cette espèce était considérée comme d'importance secondaire à cette époque, elle assure actuelle-

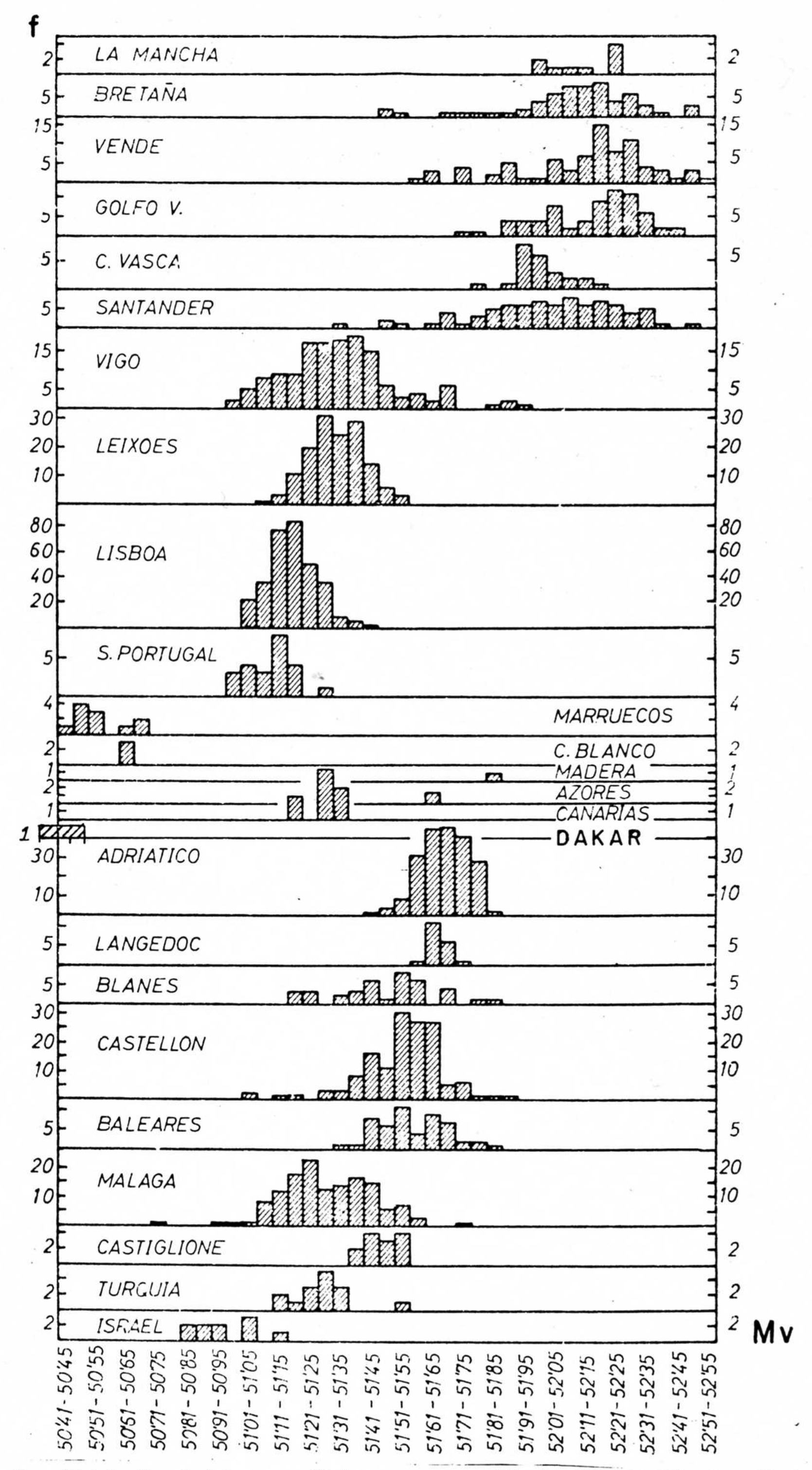


Fig. 9. – Distribution de fréquences (f) des moyennes vertébrales (MV) étudiées dans diverses régions. D'après Andreu (1969), figure complétée par les observations effectuées à Dakar.

ment la majorité des captures de Clupéidés des flottes soviétiques (tableau 9). L'hypothèse d'un remplacement d'espèce surexploitée pourrait être formulée si l'exploitation des sardinelles et des chinchards avait pu libérer partiellement une niche écologique qui aurait été alors disponible pour *S. pilchardus*. Cette supposition est difficilement acceptable car l'exploitation intensive de ces autres espèces a débuté en même temps que celle de la sardine. En fait, les travaux de Barkova (1978) et de Sedykh *et al.* (1978) montrent que la limite sud des concentrations commercialement exploitables de cette espèce est passée progressivement de 26° N en 1966 à 17° N en 1977 et ils attribuent ce déplacement à l'intensification de l'upwelling dans la zone. Ceci est en concordance avec les premières observations effectuées dans cette même zone mauritanienne par Maigret (1974) qui remarquait que l'apparition des captures de sardine correspondait à une période de refroidissement des eaux.

Au Sénégal, des variations hydroclimatiques parallèles ont été observées et, depuis 1971, on a pu remarquer une augmentation très nette de la composante du vent responsable de l'upwelling et, associéeà ce phénomène, l'entrée dans une période de refroidissement général des eaux (Rebert, comm. pers.). Sedykh *et al.* (1978) ont constaté que, les années de forte intensité de l'upwelling, le recrutement était plus important. Ceci peut s'expliquer par l'action eutrophisante de l'upwelling qui assure un développement planctonique favorable à l'alimentation des reproducteurs et à la survie des larves et des juvéniles. On peut penser que, de plus, le refroidissement général observé dans la région rapproche la température de l'eau du *preferendum* thermique de l'espèce. On notera que, paradoxalement, certaines captures ont eu lieu en saison chaude dans des eaux de température souvent supérieure à 26° C. La raison en est vraisemblablement le fait que les eaux de la baie de Gorée sont plus froides que celles des environs de la presqu'île du Cap Vert durant 9 mois de l'année (Rebert et Prive, 1977) et peuvent donc constituer un piège thermique pour les sardines en les empêchant de remonter vers le nord.

CONCLUSION

On peut supposer que les quelques tonnes de sardines capturées par les thoniers canneurs et par les sennes de plages près de Dakar appartiennent au stock exploité au niveau de la Mauritanie ces dernières années et dont la limite d'extension maximale actuelle serait le Sénégal, en raison de la tendance générale des conditions hydroclimatiques de ces dernières années. Au cours d'une prochaine période on peut supposer que l'on entrera dans une phase de faible intensité de l'upwelling et de réchauffement climatique dans la zone sénégalo-mauritanienne, entraînant la régression vers le nord de la limite méridionale du stock de sardine.

Sardina pilchardus est actuellement l'espèce de Clupeidés prédominante dans la zone mauritanienne où elle assurerait de 500 000 à 600 000 tonnes de captures annuelles. Ceci peut avoir des répercussions importantes sur le stock sénégalo-

Pays	Espèce	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
U.R.S.S.	Prises sardinelle		35	40	45	50	55	59	51
	Prises sardine	80.1	88.7	123.6	91.0	154.8	287.2	357.2	515.0
Pologne	Prises sardine	0	0.005	0.3	3.1	14.5	19.8	69.6	100.3
Autres Pays	Prises sardine	0	0	0	1.2	23.1	67.5	49.9	38.2
TOTAL des Prises sardine		80.1	88.7	123,9	95.3	192.4	374.5	476.7	653.5
Effort de pêche polonais (1)		1310	861	1175	873	1237	1088	2818	3586
P.u.e. flotte polonaise (T/24 H)		0	0.006	0.3	3.5	11.9	18.2	24.7	28.0

(1) Effort de pêche normalisé : jour de pêche (24 h) d'un chalutier B 23.

Sources : – U.R.S.S. et Pologne : Données communiquées au groupe de travail C.O.P.A.C.E. de juin 1978 à Dakar.
– Autres pays : Bulletin statistique n° 2 du C.O.P.A.C.E. (sous presse).

TABLEAU 9. – Captures de clupeidés des flottes soviétiques, captures de sardine par la Pologne et les autres pays et prise par unité d'effort (p.u.e.) de la Pologne pour les sardines dans la région mauritanienne (19° N à 26° N) de 1969 à 1976. (Captures exprimées en milliers de tonnes).

mauritanien de *Sardinella aurita* dont les individus adultes effectuent un long séjour dans les eaux mauritaniennes au cours de leur migration et qui, de ce fait, sont en concurrence avec le stock de sardine.

Remerciements

Les auteurs tiennent à exprimer leurs remerciements au Dr P.J.P. Whitehead pour le conseils qu'il leur a donnés au début de leur étude, à T. Boely qui a bien voulu corriger cet article, ainsi qu'à T. Sow technicien du C.R.O.D.T. qui a participé au traitement numérique des données.

RÉFÉRENCES

ANDREU, B., 1953. – Sobre la relacion entre el número de branquispinas y la talla en la sardina (*Sardina pilchardus*, , Walb.) española. *Bol. Inst. Esp. Ocean.*, 62 : 28 p.

ANDREU, B., 1969. – Las branquispinas en la caracterizacion de las poblaciones de *Sardina pilchardus* (Walb.). *Inv. Pesq.* 33 (2) : 427-523.

BARKOVA, N.A., 1978. – Particularités de la répartition et état des stocks de la sardine (*Sardina pilchardus*) dans la région de l'Afrique du Nord-Ouest, *in* : Rapport du groupe de travail *ad hoc* sur les poissons pélagiques côtiers ouest-africains de la Mauritanie au Libéria (26° N à 5° N). *COPACE/PACE Series* 78/10, (Sous presse).

BELLOC, G. et DESBROSSES, P., 1930. – Remarques sur la sexualité de la sardine. *Rev. Trav. Office Scient. et Techn. des Pêches Maritimes*, 3 : 63-77.

BEN TUVIA A., 1964. – Influence of temperature on vertebral number of *Sardinella aurita* from Eastern Mediterranean. *Israel Journal of Zoology*, 12 (1-4) : 59-66.

BRAVO DE LAGUNA J., FERNANDEZ M.A.R. and SANTANA J.C., 1976. – The Spanish fishery on sardine (*Sardina pilchardus*, Walb.) off West Africa. *ICES, C.M.*, 1976 (J : 15) : 7 p.

CREAC'H P.V., 1951. – Notes sur la biologie et la morphologie de la sardine (*Sardina pilchardus*, Walb.) dans le fond du Golfe de Gascogne. *Rev. Trav. Office Scient. et Techn. des Pêches Maritimes*, XVI, 61-64 : 44-71.

FAGE L., 1920. – Rapport sur la Sardine - Note et Mémoires n° 5 - *Office Scient. et Techn. des Pêches Maritimes.*

F.A.O., 1957. – Standardisation des méthodes d'étude biométrique et d'observation des clupeidés (en particulier de *Sardina pilchardus*) utilisées en biologie des pêches. *C.G. P.M.*, vol. ER/SR n° 1.

F.A.O., 1976. – Report of the Third Session of the F.A.O. Fishery Committee for the Eastern Central Atlantique (CECAF), Working Party on Ressources Evaluation, *F.A.O. ROME*, 9-13 February 1976 : 135 p.

FONTANA A., 1969. – Etude de la maturité sexuelle des sardinelles (*Sardinella eba* et *Sardinella aurita*) de la région de Pointe Noire. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, Sér. Océanogr., vol. VII (2) : 111-114.

FRÉON, P., 1978. – Relations tailles-poids, facteurs de condition et indices de maturité sexuelle. Annexe 5 du Groupe de Travail ISRA-ORSTOM sur la reproduction des espèces exploitées dans le golfe de Guinée, Dakar 1977, (sous presse).

FURNESTIN, J., 1944. – Contribution à l'étude biologique de la sardine atlantique (*Sardina pilchardus*, Walb.). *Rev. Trav. Office Scient. et Techn. des Pêches Maritimes,* 13:221-386.

FURNESTIN J. et FURNESTIN, M.L., 1970. – La sardine marocaine et sa pêche. Migrations trophiques et génétiques en relation avec l'hydrologie et le plancton. *C.I.E.M., Rapp. et Proc. Verb. des Réunions*, 159 : 165-175.

LOZANO F., 1948. – Notas sobre la biologia y biometria de la parrocha o sardina joven de Vigo (*Sardina pilchardus*). *Bol. Inst. Esp. Ocean.,* 6 : 13 p.

MAIGRET J., 1974. – La Sardine sur les côtes de Mauritanie (*Sardina pilchardus*, Walb.). *Bull. Inst. Fond. Afr. Noire*, 36, A, 3 : 714-721.

MASSUTI M. et OLIVER M., 1948. – Estudio de la biometria y biologia de la sardina de Mahon (Baléares), especialmente de su alimentacion. *Bol. Inst. Esp. Ocean.*, 3 : 15 p.

MOAL, R.A., 1957. – Etude comparée de quelques caractères de *Sardina pilchardus* sur la côte occidentale d'Afrique. *Cons. Int. Expl. Mer.* Comité Sardine, 87 : 10 p.

REBERT, J.P. et PRIVE, M., 1977. – Moyennes générales des observations océanographiques côtières au Sénégal. *Archive Centr. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*, 47 : 4 p., 21 tabl., 9 fig.

SEDYKH, K.A. et coll., 1978. – Etude de l'upwelling près de la côte de l'Afrique du nord-ouest par l'Institut Atlantique de Recherches Scientifiques de l'Industrie de la Pêche et de l'Océanographie, *in* : Rapport du groupe de travail *ad hoc* sur les poissons pélagiques côtiers ouest-africains de la Mauritanie au Liberia (26° N à 5° N). *COPACE/PACE Series* 78/10, (sous presse).

SVETOVIDOV A.N., 1952. – Clupeidae, Fauna U.S.S.R., Fishes., 2 (1) : 331 p. (Engl. transl., Jerusalem, 1963 : 374 p.).